

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



REC'D 17 MAR 2004

WIPO

PCT

Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Best Available Copy

Aktenzeichen: 103 02 800.5

Anmeldetag: 24. Januar 2003

Anmelder/Inhaber: EPCOS AG, 81669 München/DE

Bezeichnung: Verfahren zur Herstellung eines Bauelements

IPC: H 01 C 7/04

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 3. Februar 2004
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

**PRIORITY
DOCUMENT**

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

Rust

Beschreibung

Verfahren zur Herstellung eines Bauelements

- 5 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines elektrischen Bauelements, das einen Grundkörper sowie zwei gegenüberliegende Außenelektroden aufweist.

- 10 Elektrokeramische Bauelemente, beispielsweise NTC-Thermistoren werden in großen Stückzahlen mit einer sehr engen Toleranz des ohmschen Widerstandes benötigt. Es sind Verfahren zur Herstellung solcher Bauelemente bekannt, bei denen eine Vielzahl solcher Bauelemente mit unterschiedlichsten Widerstandswerten hergestellt werden. Die innerhalb einer vor-
- 15 gegebenen Widerstandstoleranz liegenden Bauelemente werden durch elektrische Messung ermittelt und anschließend aus der Ganzheit der Bauelemente abgesondert.

- 20 Dieses Verfahren hat den Nachteil, daß ein relativ großer Ausschuß der Bauelemente in Kauf genommen werden muß.

- Um diesen Ausschuß zu vermindern, ist es desweiteren bekannt, NTC-Thermistoren herzustellen, indem durch mechanisches Abtragen von Teilen des keramischen Grundkörpers sowie ggf.
- 25 noch der Außenelektroden die Bauelemente auf einen Sollwiderstand hin abgeglichen werden. Dieses Verfahren hat jedoch den Nachteil, daß es bei sehr kleinen Bauformen, beispielsweise bei der Bauform 0402 mit den Abmessungen 1 mm x 0,5 mm x 0,5 mm nicht oder nur mit sehr großem Aufwand möglich ist.

- 30 Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren zur Herstellung von Bauelementen anzugeben, bei dem das Einhalten einer vorgegebenen Toleranz für den elektrischen Widerstand auch für kleinvolumige Bauelemente möglich ist.

Diese Aufgabe wird gelöst durch ein Verfahren nach Patentanspruch 1. Vorteilhafte Ausgestaltungen des Verfahrens sind den weiteren Patentansprüchen zu entnehmen.

5 Es wird ein Verfahren zur Herstellung eines Bauelements angegeben, das die folgenden Schritte umfaßt:

a) Bilden eines Grundkörpers mit zwei gegenüberliegenden Außenelektroden

10 b) Angleichen des zwischen den Außenelektroden zu messenden Widerstandes des Grundkörpers an einen vorgegebenen Sollwert durch chemisches Wegätzen von Teilen des Grundkörpers.

15 Das beschriebene Verfahren hat den Vorteil, daß unter Verzicht auf mechanische Bearbeitungsverfahren, beispielsweise unter Verzicht auf Schleifen, Raspeln oder Hobeln eine einfache und apparativ mit geringem Aufwand durchzuführende Methode zur Herstellung des Bauelements mit einem vorgegebenen
20 Sollwert für den elektrischen Widerstand bereitgestellt wird. Das genannte Verfahren hat zudem den Vorteil, daß es insbesondere geeignet ist zur Herstellung von Bauelementen mit sehr kleinem Volumen, wo eine mechanische Bearbeitung des Grundkörpers einen sehr hohen zeitlichen und apparativen Aufwand erfordern würde.

Durch das chemische Wegätzen von Teilen des Grundkörpers wird der für den Stromfluß zwischen den gegenüberliegenden Außenelektroden zur Verfügung stehende Strompfad eingeengt, wo-
30 durch der elektrische Widerstand des Grundkörpers ansteigt.

Entsprechend diesem Verfahren ist es vorteilhaft, wenn die im Verfahrensschritt a) hergestellten Grundkörper einen Ist-Widerstand aufweisen, der unterhalb des Sollwiderstandes
35 liegt. Nur in diesem Fall gelingt es, durch Wegätzen von Teilen des Grundkörpers eine Anpassung des Ist-Widerstandes an den Soll-Widerstand zu erreichen.

In einer Ausführungsform des Verfahrens wird ein Grundkörper verwendet, der ein Keramikmaterial enthält. Dies hat den Vorteil, daß die in einer Vielzahl von Applikationen benötigten elektrokeramischen Bauelemente, oberflächenmontierbare NTC-Thermistoren oder ähnliche Bauelemente, einfach und billig hergestellt werden können.

In einer anderen Ausführungsform des Verfahrens kann auch ein Keramikmaterial verwendet werden, dessen Widerstand einen negativen Temperaturkoeffizienten aufweist. Dadurch gelingt die Herstellung von NTC-Thermistoren.

Beispielsweise können für NTC-Thermistoren als Material Nickel-Mangan-Spinelle der Formel $\text{Ni}^{\text{II}}_{1-z}[\text{Mn}^{\text{III}}_2 \text{Mn}^{\text{II}}_z]\text{O}_4$, wobei gilt: $0 \leq z \leq 0,4$.

Es ist darüber hinaus vorteilhaft, das Verfahren mit Grundkörpern durchzuführen, deren kleinste Abmessung unter 3 mm liegt. Diese Ausführungsform des Verfahrens hat den Vorteil, daß es die Bearbeitung bzw. die Anpassung des Widerstandswertes für sehr kleine Bauelemente ermöglicht, wo eine mechanische Bearbeitung nur unter einem großen Aufwand möglich wäre.

Besonders vorteilhaft kann das Verfahren ausgeführt werden, indem der Grundkörper in eine das Material des Grundkörpers ätzende Flüssigkeit eingetaucht wird. Diese Vorgehensweise hat den Vorteil, daß der Abtrag des Materials des Grundkörpers im wesentlichen gleichmäßig erfolgt, so daß eine massive Schädigung an einer oder wenigen speziellen Stellen vermieden werden kann. Darüber hinaus hat die beschriebene Vorgehensweise den weiteren Vorteil, daß mehrere Grundkörper gleichzeitig in einem einzigen Verfahrensschritt behandelt werden können.

Als ätzende Flüssigkeit kann beispielsweise Schwefelsäure verwendet werden.

In einer anderen Ausführungsform der Erfindung kann das Ätzen auch durch Trockenätzen erfolgen.

5 In einer weiteren Ausgestaltung des Verfahrens kann vor dem Schritt b) der Istwert des Widerstandes gemessen werden. Diese Vorgehensweise hat den Vorteil, daß ein Steuerungsmechanismus für das Wegätzen zur Verfügung gestellt werden kann. Aus der Abweichung zwischen dem Sollwert und dem Istwert des
10 Widerstandes können nämlich Rückschlüsse auf den Ätzvorgang gezogen werden.

Beispielsweise ist es möglich, durch Ermittlung der Differenz zwischen dem Sollwert des Widerstandes und dem Istwert des
15 Widerstandes eine Dauer für den Ätzvorgang, beispielsweise in einer ätzenden Flüssigkeit festzulegen. Hierzu werden durch Versuche Zusammenhänge zwischen der Ätzdauer und dem dadurch erzielten Widerstandsanstieg für einen Bauelementtyp gemessen. Anhand der so erhaltenen Daten kann aufgrund der Messung
20 des Ist-Widerstandes und der sich daraus ergebenden Differenz zum Soll-Widerstand eine vorher festgesetzte Ätzdauer festgelegt werden.

Nach Ätzen des Grundkörpers für die vorher festgesetzte Ätzdauer wird dann der Widerstand des Bauelementes mit ausreichender Genauigkeit in der Nähe des Soll-Wertes liegen. Das Messen des Widerstandes vor Einleiten des Schrittes b) des Verfahrens kann vorteilhaft sein, um festzustellen, ob mit Hilfe des Ätzens überhaupt eine Angleichung des Widerstandes erfolgen kann. Dies wäre beispielsweise nicht gegeben, wenn bei der Herstellung des Grundkörpers so große Toleranzen auftreten, daß schon bei der Herstellung der Widerstand des Bauelementes größer ist als der Sollwert. Durch Ätzen des Grundkörpers könnte in diesem Fall keine weitere Anpassung an den Sollwert erfolgen, da durch Ätzen des Grundkörpers der Widerstand nur erhöht, nicht jedoch erniedrigt
35 werden kann.

In einer anderen Ausführungsform des Verfahrens kann es auch vorgesehen sein, während des Ätzens den Widerstand des Bauelementes bzw. des Grundkörpers zu messen, wodurch eine direkte Kontrolle des Ätzvorgangs erfolgen kann. Der Ätzvorgang wird dann abgebrochen, sobald der Widerstand des Grundkörpers den Soll-Wert erreicht hat.

Im folgenden wird die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen und den dazugehörigen Figuren näher erläutert.

Figur 1 zeigt ein elektrisches Bauelement in einem schematischen Querschnitt vor dem Ätzen und nach dem Ätzen.

15

Figur 2 zeigt für einen NTC-Termistor den Zusammenhang zwischen der Ätzdauer und dem dadurch erzielbaren Widerstandsanstieg

Figur 1 zeigt einen NTC-Thermistor mit einem Grundkörper 1, der aus dem Keramikmaterial NiMn-Spinell oder auch einem anderen ähnlich geeigneten Material besteht. An gegenüberliegenden Seitenflächen des Grundkörpers 1 sind Außenkontakte 21, 22 angebracht. Durch Wegätzen von Teilen des Grundkörpers 1 kann der Strompfad zwischen den Außenkontakten 21, 22 verschmälert werden, so wie es durch die gestrichelten Linien dargestellt ist. Dadurch steigt der Widerstand des Bauelementes an. Es ist somit möglich, durch Ätzen des Grundkörpers 1 den Widerstand des Bauelements so zu erhöhen, daß mit ausreichender Genauigkeit ein Soll-Widerstand erreicht wird. Das Bauelement aus Figur 1 entspricht der Bauform 0603, was bedeutet, daß das Bauelement folgende Abmessungen aufweist: 1,6 mm x 0,8 mm x 0,8 mm. Dabei ist die kleinste Abmessung d in dem Beispiel von Figur 1 die Höhe des Grundkörpers 1 und beträgt 0,8 mm. Als kleinste Abmessungen von Bauelementen kommen jedoch auch die Länge, die Tiefe, die Breite oder auch der Durchmesser eines Bauelements in Betracht. Es ist beson-

ders vorteilhaft, für das hier beschriebene Verfahren Bauelemente zu verwenden, deren kleinste Abmessung kleiner als 3 mm ist.

5 Es kann während des Ätzens auf die Messung des Widerstandes verzichtet werden, indem durch eine Eichmessung der Zusammenhang zwischen dem Widerstand des Bauelements und der Ätzdauer festgelegt wird. Dann genügt die Feststellung des Ist-Widerstandes des Bauelementes und die Feststellung der Differenz
10 zwischen dem Ist-Widerstand und dem Soll-Widerstand. Aus dieser Widerstandsdifferenz kann dann die Ätzdauer anhand der Eichkurve berechnet werden.

Es ist vorteilhaft, wenn die Außenkontakte (21, 22) aus einem
15 Material bestehen, das nicht durch die Ätzlösung angegriffen bzw. deutlich weniger als das Keramikmaterial angegriffen wird, so daß die Lötbarkeit gegeben bleibt. Es kommt beispielsweise in Betracht, eine 3-Schicht-Metallisierung mit einer Ag/Ni/Sn-Schichtenfolge oder mit einer Silber/Palladium-Metallisierung zu verwenden.
20

Figur 2 zeigt eine solche Eichkurve für ein Bauelement der Bauform 0603 mit einem Widerstand R25, gemessen bei 25° C, von 6000 Ω . Es ist in Figur 2 der Widerstand R25, gemessen in Ω , aufgetragen über der Ätzdauer t, gemessen in Minuten. Als Ätzlösung wurde eine 10 %ige Schwefelsäure verwendet. Figur 2 zeigt Meßpunkte bei den Meßzeiten 0, 1, 5 und 10 Minuten. Es ist deutlich zu erkennen, daß der Widerstand R25 mit zunehmender Ätzdauer ansteigt.

30

Die vorliegende Erfindung beschränkt sich nicht auf NTC-Thermistoren, sondern kann für jedes beliebige elektrische Bauelement angewendet werden, dessen Widerstand von den geometrischen Abmessungen seines Grundkörpers abhängig ist.

35

Bezugszeichenliste

1	Grundkörper
21, 22	Außenkontakte
5 R25	Widerstand gemessen bei 25° C
t	Zeit
d	kleinste Abmessung

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines Bauelements
mit folgenden Schritten:

- 5 a) Bilden eines Grundkörpers (1) mit zwei gegenüberliegenden
Außenelektroden,
b) Angleichen des zwischen den Außenelektroden zu messenden
Widerstandes des Grundkörpers (1) an einen vorgegebenen
Sollwert durch chemisches Ätzen von Teilen des Grundkör-
10 pers (1).

2. Verfahren nach Anspruch 1,
wobei ein Grundkörper (1) verwendet wird, der ein Keramikma-
terial enthält.

15

3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2,
wobei ein Grundkörper (1) verwendet wird, dessen ohmscher Wi-
derstand einen negativen Temperaturkoeffizienten aufweist.

20

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
wobei ein Grundkörper (1) verwendet wird, dessen kleinste Ab-
messung (d) kleiner als 3 mm ist.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
wobei das Ätzen durch Eintauchen des Grundkörpers (1) in eine
das Material des Grundkörpers (1) ätzende Flüssigkeit er-
folgt.

30

6. Verfahren nach Anspruch 5,
wobei als ätzende Flüssigkeit Schwefelsäure verwendet wird.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6,
wobei vor dem Schritt b) der Istwert des Widerstandes des
Grundkörpers (1) gemessen wird.

35

8. Verfahren nach Anspruch 7,

wobei während des Ätzens der Widerstand (R_{25}) des Grundkörpers (1) gemessen wird.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8,

- 5 - wobei vor dem Schritt b) die Differenz zwischen dem Sollwert und dem Istwert des Widerstandes (R_{25}) ermittelt wird und daraus eine Zeitdauer (t) für den Ätzvorgang bestimmt wird und
- 10 - wobei in Schritt b) mit der so bestimmten Zeitdauer (t) geätzt wird.

Zusammenfassung

Verfahren zur Herstellung eines Bauelements

- 5 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines Bauelements mit folgenden Schritten: a) Bilden eines Grundkörpers (1) mit zwei gegenüberliegenden Außenelektroden und b) Angleichen des zwischen den Außenelektroden gemessenen Widerstandes des Grundkörpers (1) an einen vorgegebenen Sollwert durch chemisches Ätzen von Teilen des Grundkörpers (1).
- 10 Das Verfahren hat den Vorteil, daß auf mechanische Bearbeitungsverfahren zur Bearbeitung des Grundkörpers (1) verzichtet werden kann, was insbesondere die Bearbeitung von sehr kleinen Bauelementen ermöglicht.

15

Figur 1

2003, 0036 DE E

1/1

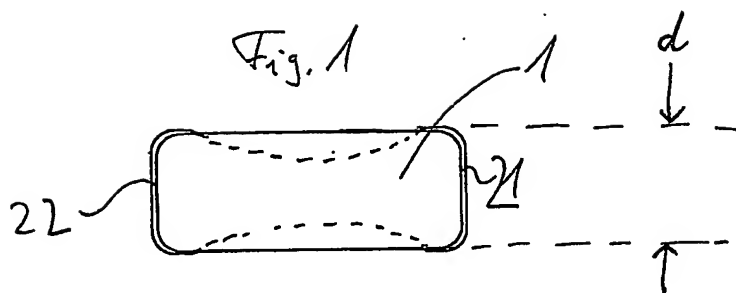
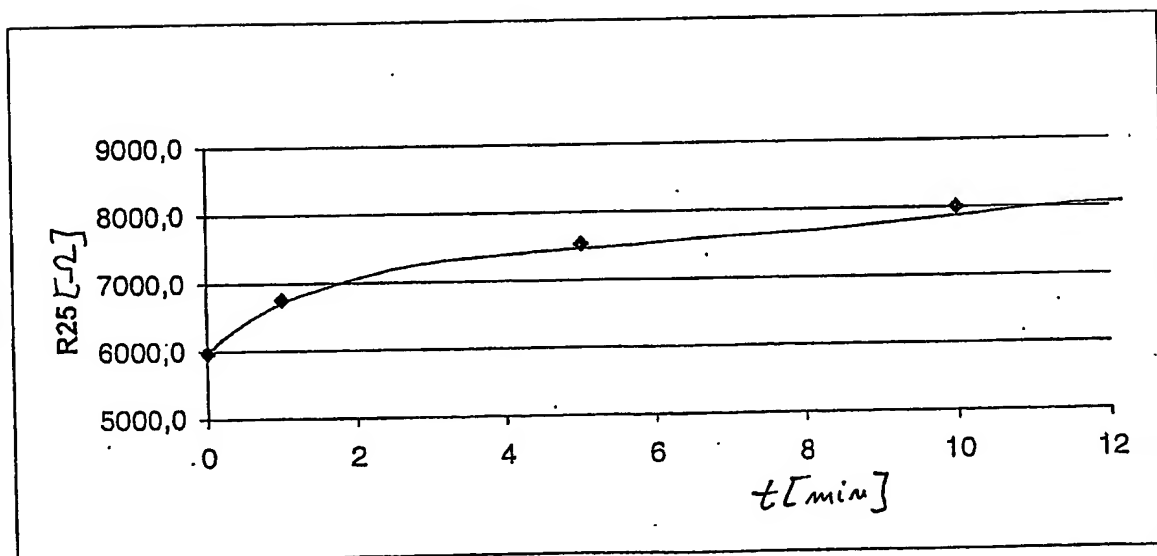


Fig. 2



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☒ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☒ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.